



广州蓝特电子科技有限公司

GUANGZHOU NET ELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.

# BB 机维修培训教材

主 编：谭本忠

主 审：杨知行

广州蓝特电子科技有限公司培训中心

# 目 录

## 第一章 无线寻呼机基础

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第一节 无线寻呼机的基本原理·····     | 1  |
| 第二节 无线寻呼机的功能·····       | 6  |
| 第三节 无线寻呼机基本电路及部件·····   | 9  |
| 第四节 无线寻呼机改频技术·····      | 13 |
| 第五节 无线寻呼机典型故障的分析方法····· | 20 |

## 第二章 摩托罗拉PLUS(加强型)数字显示式寻呼机原理与故障分析

|               |    |
|---------------|----|
| 第一节 概述·····   | 23 |
| 第二节 电路原理····· | 26 |
| 第三节 故障维修····· | 35 |

## 第三章 摩托罗拉EXPRESS(袖珍型)数字显示式寻呼机原理与故障分析

|               |    |
|---------------|----|
| 第一节 概述·····   | 41 |
| 第二节 电路原理····· | 45 |
| 第三节 故障维修····· | 53 |

## 第四章 摩托罗拉SCRIPTOR LX2(精英型)数字显示式寻呼机原理与故障分析

|               |    |
|---------------|----|
| 第一节 概述·····   | 58 |
| 第二节 电路原理····· | 63 |
| 第三节 故障维修····· | 73 |

## 第五章 摩托罗拉ADVISOR(顾问型)数字显示式寻呼机原理与故障分析

|               |    |
|---------------|----|
| 第一节 概述·····   | 82 |
| 第二节 电路原理····· | 87 |
| 第三节 故障维修····· | 95 |

|     |                              |     |
|-----|------------------------------|-----|
| 第六章 | 乐声 EK-2076 型数字显示式寻呼机原理及故障分析  |     |
| 第一节 | 概述                           | 102 |
| 第二节 | 电路原理                         | 106 |
| 第七章 | 乐声 EK-2097 型数字显示式寻呼机原理及故障分析  |     |
| 第一节 | 概述                           | 112 |
| 第二节 | 电路原理                         | 116 |
| 第三节 | 故障维修                         | 121 |
| 第八章 | 日电 PN3PV-4C 型数字显示式寻呼机原理及故障分析 |     |
| 第一节 | 概述                           | 130 |
| 第二节 | 电路原理                         | 132 |
| 第九章 | $\mu$ -9 音乐型数字显示式寻呼机原理及故障分析  |     |
| 第一节 | 概述                           | 144 |
| 第二节 | 电路原理                         | 147 |
| 第三节 | 故障维修                         | 158 |
| 第十章 | 无线寻呼机常用集成电路功能简介              | 160 |

# 第一章 无线寻呼机基础

## 第一节 无线寻呼机的基本原理

无线寻呼机的基本任务是接收寻呼台为其机主发送的寻呼信息。为了完成这一任务，无线寻呼机通常是由三大部分组成，即射频接收部分、逻辑解码部分和电源部分，其基本组成方框图如图 1-1 所示。

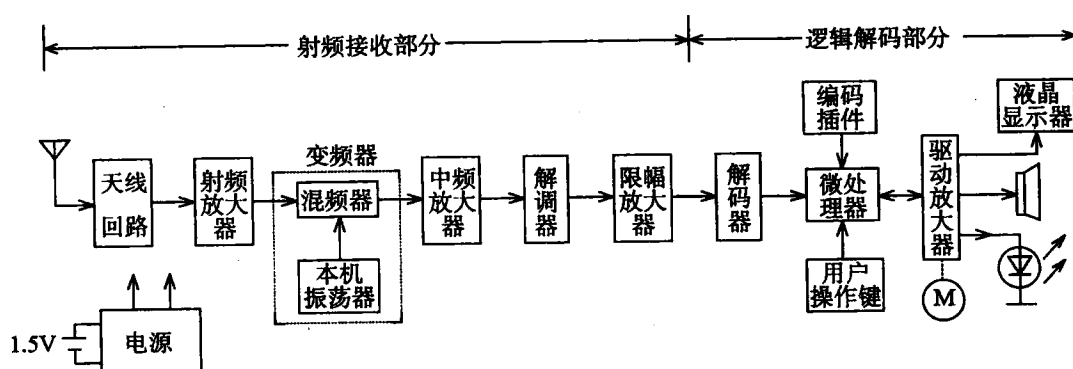


图 1-1 无线寻呼机的基本组成方框图

### 一、射频接收电路

由图 1-1 可见，射频接收电路的组成结构与一般的外差式接收机大体相同。该部分的作用是用来选择出本寻呼网的射频信号，再通过放大、变频、解调和限幅，还原出二进制的数据信号，即 POCSAG 编码信号。接收天线的作用是感应空中的无线电波，输出高频电压。考虑到寻呼系统的发射频率较高（一般都属甚高频段），以及接收天线应不妨碍寻呼机的携带，所以接收天线通常做得较小，并安装在寻呼机内部。由于空间存在着由各个寻呼机台所发射的无线电波，但对于具体的某一个寻呼机来说，只有其中的某一个无线电波才是有用的，即本寻呼台所发射的无线电波，而其他的无线电波则都成为本寻呼机的干扰电波。因此，由接收天线产生出来的高频信号首先必须经过选频。选频的作用就是选择出有用的信号而抑制干扰信号。天线回路正是为了这个目的而设置。它通常是一个 LC 谐振回路，利用这种回路所具有的谐振特性，实现从众多的不同频率信号中选择出属于本寻呼网的高频信号。射频放大器的作用是放大微弱的高频信号。放大后的有用高频信号送往变频电路。通过与本机振荡器产生出来的振荡信号混频，产生出差频信号。差频信号的频率值比高频低，但又比音频高，所以通常称该信号为中频信号。将高频信号降频使其成为中频信号，这是外差式接收机区别于直放式接收机的根本所在。由于中频信号的频率较低并且固定，因此，中频放大器的增益可以设计得较大，从而使接收机具有较高的灵敏度。这是外差式接收机能够优于直放式接收机

的根本原因。调解器的作用是对中频信号进行解调,使之还原出二进制数据信号。解调是调制的逆过程。寻呼台所发送的射频信号是一种 FSK 调频信号。而在寻呼机中,经过变频之后的中频信号仍然保持着原来的调制规律。因此,要实现对中频信号的解调,所用的解调器应是一种频率解调器(又称为鉴频器)。限幅放大器对解调出来的数字信号起整形和放大作用。

## 二、逻辑解码电路

逻辑解码电路是无线寻呼机特有的部分。它的主要作用是对射频接收电路送来的二进制编码信号进行解码,并对属于自己的寻呼信息进行储存,再通过警示设备提醒机主阅读信息。逻辑解码电路的全部工作是在微处理器的控制之下进行。为了缩小寻呼机的体积,目前大多数的寻呼机均由一片专用的 CMOS 大规模集成电路来实现解码和微处理器的功能。在这种情况下,对电路进行分析时也就很难分辨出哪一部分是解码器,哪一部分是微处理器了。在图 1-1 中,编码插件是一片电可擦可编程只读存储器 (EEPROM)。该芯片主要用于存储本寻呼机的地址码和各种寻呼功能的操作代码。由于寻呼台给每个寻呼用户的地址码各不相同,而且用户对寻呼机功能的要求也不完全一样,因此,每个寻呼机在投入使用之前便都需要根据用户的实际情况写入相应的地址码和寻呼功能的操作码。基于这个原因,所以寻呼机在生产时,其 EEPROM 芯片通常没有固定焊接在印制电路板上,而是通过集成电路插座使其与电路板相连接。这也就是该芯片取名为编码插件的缘故。图中的用户操作键是供机主与寻呼进行“对话”的输入设备。寻呼机正常工作时,微处理器会以极短的时间间隔不断地扫描每一个用户操作键,以监测各个操作键的状态。当机主在某一时刻按下某个操作键时,微处理器都能检测到这一状况,并能根据事先写入的监控程序(存于只读存储器中),通过控制相关的电路对机主作出反应,以满足机主的要求。液晶显示器 LCD 是寻呼机的信息输出设备。就是说,寻呼机是通过液晶显示器来向机主报告寻呼信息的内容。寻呼机在每次接收到了寻呼信息并进行解码之后,都是将其存放于随机存储器 RAM(通常位于微处理器)中。当机主需要阅读寻呼信息时,微处理器将首先从 RAM 中调出已存储的信息数据,再通过驱动放大器中的 LCD 译码器译码,转变成为相应的信号电平并加至液晶显示器的笔划电极上,从而使其显示出相应的信号的数据或字符。发光二极管 LED 和蜂鸣器是寻呼机通用的警示设备。当寻呼机接收到了寻呼信息并完成存储之后,微处理器便会自动启动驱动放大器 LED 闪烁和蜂鸣器发出响声,以引起机主的注意。由于蜂鸣器所发出的声音通常为“B - B-”声,因此人们习惯将寻呼机简称 BB 机。需要指出,目前大多数的寻呼机均配有振动器,这样可以通过振动器的振动来代替蜂鸣器的响声。但振动器不是寻呼机的通用警示设备,而是选配设备,即只有当机主在购机时提出申请才给予配置。寻呼机在加上振动器之后,还需要在编码插件上写入相应的操作码,才能写入相应的操作码,才能真正具有振动的功能。

由于逻辑解码电路中引入了微处理器,因而使得这种电路具有了自检的功能。这种功能通常表现为,在寻呼机刚刚获得工作电源的时候,微处理器便能自动地从 ROM 中调出原先固化在该芯片的开机自检程序,微处理器通过执行该程序来对逻辑解码电路中的一些主要电路进入正常的工作状态。

逻辑解码电路在工作时,必须与寻呼台保持严格的同步,以保证能够准确地接收到寻呼台发送的寻呼信息。而要做到这一步,首先必须解决位同步的问题。位同步信号由前置码字提供。所以,搜索前置码字是决定逻辑解码电路能否进入正常接收的关键所在。前置码字是一组 101010…… 的反转码型,共为 576 位。搜索前置码字的过程是通过射频接收电调解调出来的而进数据信号与前置码字的码型作比较来实现。逻辑解码电路在搜索到了前置码字之后,紧接着就是准备接收同步码字 SC。同步码字 SC 是一个特殊的码字,其组成结构为

“01111100110100100001010111011000”。它的作用是为逻辑解码电路提供帧同步信号。当逻辑解码电路接收到了同步码字 SC 之后，它与寻呼台之间便建立起了无论是位还是信息帧或是代码字都能同步的关系，从而为逻辑解码电路进入正常的解码奠定了基础。逻辑解码电路在每次接收寻呼信息，都必须首先检测该信息是否为本机的信息。检测工作是由微处理器完成。每当寻呼机开机时，微处理器都必须从编码插件中将地址码读入到随机存储器 RAM 中。微处理器通过将本机的地址与地址码字中的地址作比较来实现检测。当检测到的结果一致时，表明寻呼台正在为本机发送信息，此时逻辑解码电路继续接收后续的信息并解码，该过程一直持续到遇见的代码字的标志位为“0”时为止，当检测的结果不一致时，表明寻呼台不是为本机发送信息，此时逻辑解码电路停止接收后续的信息内容，直到下一个码组的同一个信息帧到来才重新进行地址检测。

实际上，逻辑解码电路在接收地址码字（和）信息码字之前，必须对它们进行检错与纠错，以提高信息的可靠度。检错与纠错工作是在为处理器的控制下由解码器完成。它是解码过程的其中一部分内容。POCSAG 码实质上是 BCH (31: 21) 码的扩充形式，它的任何一个代码字都是由 BCH (31: 21) 码再加 1 位偶校验位组合而成。因此，无论是对地址码字还是对信息码字进行检错，都必须分两步进行。第一步是检查字中“1”的总数和：若不为偶数，则认定接收到的码字中出现了奇数个的差错位；相反，若为偶数，则认定码字中没有差错，或者出现了偶数个差错位。检错的第二步是对 BCH (31: 21) 码进行运算，这是整个检错过程的关键。前已述及，BCH (31: 21) 码是由一个信息多项式  $m(x)$  组合而成，所以，BCH (31: 21) 码仍是一个多项式[用  $T(x)$  表示]，它可以模 2 整除生成多项式  $g(x)$ 。解码器检错时就是根据 BCH (31: 21) 码的这一特征来进行。就是说，如果接收到的代码字在去掉偶校验位之后仍能够模 2 整除生成多项式  $g(x)$ ，则说明接收到的 BCH (31: 21) 码[用  $R(x)$  表示]与寻呼台发送的 BCH (31: 21) 码  $T(x)$  完全相同，表明代码字在传输过程中没有发生差错。相反，如果接收到的代码字在去掉偶校验位之后不能模 2 整除生成多项式  $g(x)$ ，则说明  $R(x)$  不等于  $T(x)$ ，表明代码字在传输过程中发生了差错。对于有差错的代码字  $R(x)$ ，可通过计算校验子  $S_1$  和  $S_3$  确定出误码的位置，最后用模 2 加法器进行纠正。其原理方框图如图 1-2 所示。

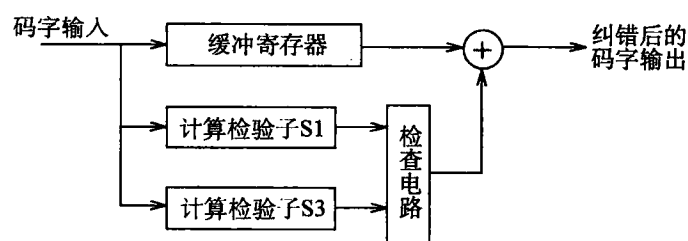


图 1-2 BCH(31:21)码的检错与纠错原理方框图

总之，逻辑解码电路是在完成了检错和纠错之后，才对发送来的地址码进行核对，当检测到有本机的寻呼信息时，则对信息码字进行解码，取出信息数据，并存放于 RAM 中。逻辑解码电路在完成了寻呼信息的接收工作之后，将启动发光二极管 LED 和蜂鸣器（或振动器），通过光、声（或振动）等方式提醒机主阅读信息。

### 三、电源电路

寻呼机的电源电路通常包括有电池电压监测电路、升压电路和 1V 稳压电路等。设置这

些电路的目的是为了保证寻呼机能够正常的工作。电池正常的起始电压为 1.5V，随着电池放电时间的延长，电池的电压必然会逐渐下降，当电压下降至某一电压值以下时，寻呼机内部的电路将无法正常工作。所以，设置电池电压监测电路的目的，就是为了能自动地检测出电池当前的电压值，以便在电压下降至规定的电压值时能及时地检测出来。

升压电路的作用是将电池的 1.5V 直流电压升高至某个特定的电压值，以满足某些电路或器件的工作需要。如，微处理器的工作电压为直流 3V，液晶显示器驱动电压通常为 5V 左右。这些电压就是靠升压电路来提供。

寻呼机中的射频接收电路通常不要求太高的工作电压，但它要求电源的电压能够稳定，以保证寻呼机在电池电压下降至规定值之前具有与新电池同样的接收灵敏度。为了满足射频接收电路的这一工作要求，所以在电源电路中设置了 1V 稳压电路。它的作用是将电池的输出电压稳定在 1V 左右再供给射频接收电路。应当注意，寻呼机在正常工作时，1V 稳压电路并不是持续为射频接收电路供电，而是在微处理器的控制之下间隔供电。称这种工作方式省电方式。促使 1V 稳压电路处于省电工作方式的原因，主要是出于对电池电能的节约，保证电池有较长的工作寿命。这是由于射频接收电路多数由分立元件或双极型的集成电路构成，其工作电流占了整机工作电流的很大一部分，若连续为其供电，将会极快耗尽电池的电能。促使 1V 稳压电路处于省电工作方式的另一个原因，是由于寻呼系统采用了 POCSAG 码作为寻呼码的结果。寻呼台在为用户发送信息时，是采用确定的信息帧来进行发送，即属于某个地址的寻呼信息，只能在对应的信息帧内发送，而不能在其它的信息帧内发送。显然，不属于本机地址的那些信息帧将不可能有本机的寻呼信息，因而射频接收电路也就没有必要去对它们进行接收。图 1-3 所示为省电工作方式的供电时序图。

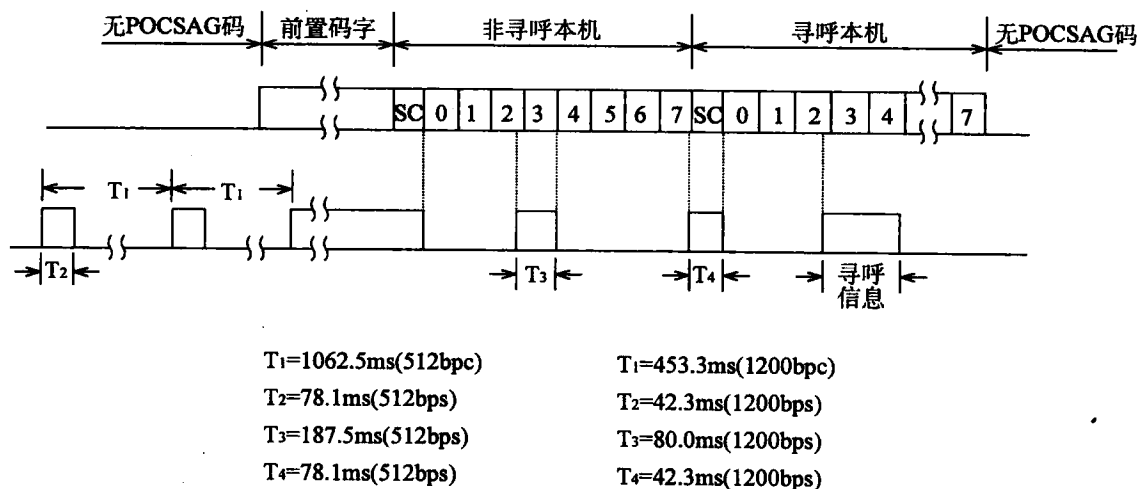


图 1-3 省电工作方式时序图

图中假设寻呼机的地址属于第 3 号信息帧（低 3 位地址为 011）。寻呼机在搜索前置码字期间，1V 稳压电路断续为射频接收电路供电，其间隙时间  $T_1$  为一码组的时间，供电时间  $T_2$  略多于一个代码字的时间。需要指出，在开始搜索前置码字时，1V 稳压电路给射频接收电路的加电是随机的，因而  $T_2$  时间有时可能是对应于前置码字的起始位置，有时也可能是对应于中间或末尾的位置，但只要是搜索到了前置码字，1V 稳压电路便持续给射频接收电路供电，以准备接收后续的同步码字 SC。寻呼机在接收到了同步码字之后，逻辑解码电路

便与寻呼台达到了位、帧同步，此时 1V 稳压电路即停止对射频接收电路的连续供电，而改为断续供电，也就是每当同步码字 SC 及属于本机帧号的那个信息帧到来时，才对其供电。如果从对应的帧号内检测到有本机的寻呼信息，1V 稳压电路将持续供电，直至接收到的代码字的标志位为“0”时为止。为了保证射频接收电路在接收期间具有稳定的工作状态，1V 稳压电路通常都在预定的供电时间内提前若干毫秒供电，见图 1-3。

## 第二节 无线寻呼机的功能

无线寻呼机的功能包括基本功能和选加功能两种。基本功能是指寻呼机在生产时便已“固化”在其内部的最基本的功能，这些功能不需要通过对寻呼机进行额外编程便已存在于寻呼机内部。选加功能是指用户在购机入网时需要由寻呼台的服务中心为寻呼机附加上去的功能。寻呼机的基本功能往往是极其有限的，而用户对寻呼机功能的要求往往又是不尽相同。因此，用户在购机入网时可以根据自己的实现情况申请增加一些额外的功能，当寻呼台的服务中心在对寻呼机进行编程时，便将用户需要额外增加的功能连同地址码一起写入到编码插件中。

需要注意，寻呼机的基本功能与选加功能是相对的，目前还没有统一的标准。因此，有些功能在这种寻呼机中可能是基本功能，而在另外一种寻呼机中却可能就是选加功能。基于这种情况，在下面对寻呼机功能的介绍中，将不特别指明那些是基本功能那些是选加功能，而笼统地将寻呼机可能有的各项功能都作一介绍，以方便读者全面了解寻呼机的功能。

### 1. 检错与纠错功能

POCSAG 码能对寻呼信息进行自动检错，并最多能对一个代码字中的两个位差错进行自动纠正。然而，当一个代码字中出现差错的位数超过两个时，自动纠错便无能为力。在这种情况下，寻呼机将会提示用户注意。寻呼机提示信息出错的方式通常有两种：一种是告诉用户当前接收到的这条信息有错，这通常是由某种特定的符号来向用户发出提示；另一种是告诉用户出错的具体位置，这通常是在出错的位置上用字符“E”来向用户发出提示。

应当指出，实际中一般的寻呼机并没有达到纠正两个位差错的能力，而往往是只能纠正一个位差错；或只能在地址码字中纠正两个位差错，而信息码字中纠正一个位差错。

### 2. 省电功能

由于 POCSAG 编码格式规定了具体地址的寻呼信息是由相对应的信息帧进行发送，因而寻呼机中耗电较大的电路可以被设计成处于断续通电的状态，即只有在同步码字 SC 或属于自己的信息帧到来时，这些电路才通电，而其余时间则处于断电状态。由于主要的耗电电路处于断续通电状态，因而将大大地节省电池的电能消耗，从而有效地延长电池的工作寿命。

### 3. 低电压警示功能

寻呼机内部通常设计有电池电压监测电路。当电池的电压下降规定的下限值时，寻呼机即能向用户发出低电压警示，以提醒用户更换电池。大多数寻呼机的下限电压值设定为 1.15V，但也例外，具体视寻呼机的机型或型号而定。

### 4. 多地址码功能

每个寻呼机通常都具有两个地址码，第一个地址码用作个人寻呼时使用，第二个地址码用作群呼时使用。当用户向寻呼台申请增加群呼业务时，寻呼台即为用户安排一个群呼码，并将其写入到寻呼机的编码插件中。当寻呼台通过群呼码发送寻呼信息时，具有同一群呼码的所有寻呼机即能得到呼叫。目前有的寻呼机还具有三个甚至更多个地址码，这样用户使用多种业务将更加方便。

### 5. 信息存储功能

寻呼机在接收到正确的寻呼信息时，会自动地将其存储起来，而对于有差错的寻呼信息则不予存储。寻呼机在存储信息时，是按照接收到信息的先后进行顺序排放。当存储器存满信息时，寻呼机会向用户发出警示。若在这种状态下再有新的信息到来，则最先存入存储器的信息将被挤出而丢失。寻呼机通常规定一条信息的最大长度为 20 个字符，而寻呼机能够存储多少条信息则是视具体的机型或型号而定。

### 6. 信息保护功能

寻呼机通常能对存储器中的任一条信息进行保护(又称加锁)。当对某一条信息进行了保护之后，这条信息将永远不会被挤出存储器而发生丢失的现象。被保护的信息随时可以去保护。

### 7. 信息删除功能

寻呼机通常允许用户对存储器中的任一条信息进行删除，以便让出一定的空间来存放其它更加重要的信息。

### 8. 信息序号显示功能

寻呼机通常能对刚接收到的信息与存储器中的所有信息作比较，当发现接收到的信息与存储器中的某一条信息相同时，除仍会发出有信息到来的警示外，还会在显示屏上显示出信息重复的提示符号，以提醒用户：该信息已接收过一次。寻呼机对重复的信息不作存储，以便节省存储的空间，但往往会将存储器中的该条信息的接收时间更改为最新的接收时间。

### 9. 信息序号显示功能

寻呼机在显示寻呼信息时，通常还会在信息的末尾显示出该信息在存储器中的序号。但有的寻呼机是以第 1 号作为最早接收的编号，而有的寻呼机则是以第 1 号作为最后接收的编号，具体情况应视寻呼机而定。

### 10. 信息未读提示功能

当寻呼机接收到了寻呼信息之后，若用户一直未予阅读，则寻呼机会每隔一定时间发出一次警示音，以提醒用户及时阅读信息。警示音的间隔时间通常为 2 分钟，具有可以在对寻呼机的编程时确定。

### 11. 地址码和功能位的显示功能

若寻呼机的地址在经过了特别编程之后均已被启用，则寻呼机在接收到寻呼信息时，便会在显示屏上显示出该信息的来源，即显示出这条信息是属于哪一个地址码的。同时，寻呼机还会显示出寻呼台在发送这条信息时所使用的是哪一种功能位。

### 12. 断电时保留存储信息的功能

当寻呼机关上电源时，机内原来存储的寻呼信息仍会保留而不会丢失。这是由于寻呼机的电源开关通常不是控制整机电源的通断，而是控制射频接收电路以及逻辑解码电路中耗电较大的那些电路和器件的工作电源。在寻呼机的电源关断时，解码电路中的一些主要电路(如微处理器)仍在通电工作，因而能对存储的信息加以保留。有的寻呼机采用双电源供电，这样，当主电源移去(如更换电池)时，副电源将继续为微处理器、编码插件等电路供电，因而能有效地保留存储信息。

### 13. 背景光照明功能

寻呼机的显示屏通常设计有背景光照明功能，以方便用户在夜晚的时候阅读信息。常见的背景光控制方式有三种：

(1)人工控制：按动一下寻呼机外壳上的照明灯开关，背景照明灯亮，再按动一下照明灯开关，背景照明灯熄灭。

(2)由寻呼信息控制：当显示屏上出现寻呼信息时，背景照明灯亮；信息消失时，背景照明灯自动熄灭。

(3)自动控制：在阅读信息时，若光线较暗，则背景照明灯自动启动；若光线较亮，则背景照明灯自动熄灭。寻呼机的这种控制方式是通过在显示屏上安装光敏管来检测周围的光线强弱，从而控制背景照明灯的亮与熄。

#### 14. 时钟功能

寻呼机内部有一个时钟电路，能自动地计算时间，因而可以起到日常生活中的时钟的作用。时钟的显示方式有两种；一种是 12AM/PM 方式，即分上午 (AM) 与下午 (PM) 的 12 进制显示方式。另一种是 24 进制显示方式。大多数的寻呼机都具有两种显示方式，并允许用户对这两种显示方式进行选择更换。

#### 15. 闹铃功能

寻呼机能够象时钟一样每逢整点及半点时响闹，甚至还能够在用户预定的时间内闹。

#### 16. 自动开关机

寻呼机允许用户在 24 小时内的任意时间设计与关机的时间。这样，每当预定时间到达，寻呼机能即对自动地开机或关机。这样不但能方便用户，而且还能大大地节省电池的电能。

#### 17. 倒计时功能

寻呼机能对接收到的每一条信息从接收之时起开始累计时间，直至第一次阅读该信息时为止。这样，当用户阅读信息时，便能直接了解到该信息已接收了多久的时间。

#### 18. 服务区范围显示功能

寻呼机能对用户当前是否处于寻呼机系统的服务区之内进行检测，并通过显示屏将结果显示出来。显示的方式通常有两种；一种是当用户在服务区之内时，在显示屏上不显示出“界内”的提示符，而在服务区之外时该提示符消失，一种是当用户在服务区之内时，在显示屏上不显示提示符，而在服务区之外时则显示出“越界”提示符。寻呼机检测用户是否处于服务区内，是以同步码字 SC 作为判断的依据。若寻呼机在 5 分钟内没有接收到同步码字 SC，则认定用户已超出服务区域，相反则认定已在服务区域内。

#### 19. 数据库功能

寻呼机在接收寻呼机信息如电话号码时，能够自动地显示出对方的姓名。但这个电话号码与主呼方姓名的对应关系需由用户事先输入到寻呼机中。

### 第三节 无线寻呼机基本电路及部件

#### 一. 接收天线

天线有发射天线和接收天线两种。接收发射机输出的高频电能并以电磁波的形式将其辐射到空中的天线，称为发射天线。显然，寻呼台发射基站使用的天线就是发射天线，感应空中的电磁波并能输出高频电能的的天线，称为接收天线。显然，接收天线是运用于无线电接收设备中。接收天线作为寻呼机的信号源泉，其质量的优劣将直接决定着寻呼机的接收灵敏度。常用的接收天线有环形天线和微带天线两种。

#### 二. 液晶显示器

液晶显示器的英文缩写为 LCD，它是一种在密封的玻璃容器内充满液态晶体料，能够显示出数码、字母等符号的显示器件。液晶体简称为液晶，是一种有机化合物，在常温下既有液体的特性。液晶本身不能发光，但液晶在电场作用下能够产生光的散射或偏光作用，因而在外界光源作用下仍然能够发亮。目前，使用最广的液晶类型是扭曲反射式液晶（简称 TN 型）。液晶显示器的突出优点是低压供电和微功耗，工作电压通常为 1.5~5V，功耗仅为  $\mu\text{W}$  数量级，因而可由 CMOS 集成电路直接驱动。它的缺点是只能工作于光线明亮的地方，而不能工作于黑暗处，并且环境越明亮，其显示就越清晰；其次是视角较窄。

液晶显示器的结构如图 1-4 所示。前玻片的外面是起偏镜片，背面是刻有字段形状的透明段电极。后玻片的外面是检偏镜片，背面是公用的透明背电极。电极的形状如图 1-5 所示。在后玻片的后面是不透光的漫反射板。要求液晶显示器的驱动电压应是正负对称的交流信号，因为直流成分的存在将会导致液晶材料的电解，从而加速其老化。方波信号的直流分量极小，所以这种信号电压通常被用来驱动液晶显示器。方波的频率以 30~200Hz 为宜，频率过低会现显示闪烁，频率过高会增大显示的功耗，若超出显示器的频率响应范围还会出现显示模糊等现象。图 1-6 示出液晶显示器中某一段电极的驱动原理。当该段电极与其对应的背电极之间存在着一一定的电位差时，该段电极下面的液晶被点亮；而当它们之暗的电位差为零时，该段电极下面的液晶不亮。图中或门的 A 端接译码器的输出端，B 端及液晶显示器的背电极同接于方波发生器的输出端，异或门的输出 C 接显示器的段电极。异或门的逻辑功能为： $C=AB+\bar{A}\bar{B}$ 。当译码器的输出信号为“1”还是为“0”，它与 B 端异或的结果 C 都与背电极的电平相异，因而两电极之间存在电位差，其下面的液晶发亮；而当译码器的输出信号为“0”时，段电极与背电极的电平总是相同，因而其液晶不亮。

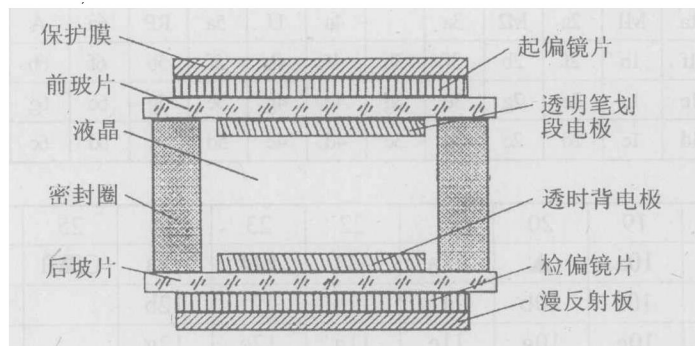


图1-4 液晶显示器的结构示意图

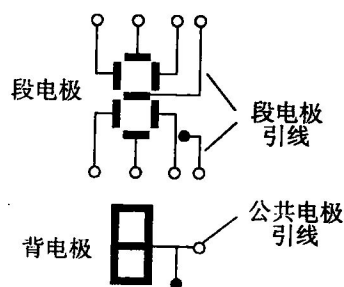


图 1-5 液晶显示器的电极形状

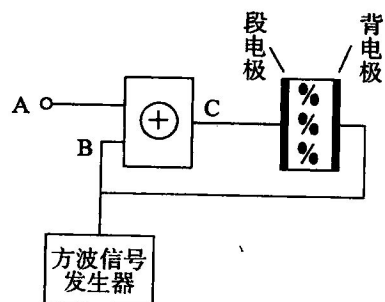


图 1-6 液晶显示器的驱动原理

图 1-7 示出某一数字显示式寻呼机的液晶显示器。该显示器可显示 12 位数字和 11 个提示符，每个数字由 7 段笔划组成，所以整个显示器共有  $12 \times 7 + 11 = 95$  个段电极。对于这么多的电极，若采用直接驱动方式对每个段电极进行驱动，将需要许多的译码驱动电路，显然是不现实的。所以，目前寻呼机中对液晶显示器的驱动普遍采用时间复用的驱动方式，如 4 时隙的复用驱动方式，这种方式用一根信号线分 4 个时隙轮流给 4 个段电极加电，再通过 4 根公用线(COM1~COM4)给同一时隙所对应的四组背电极加电，如 COM1 线给所有对应于第一时隙的背电极加电，COM2 线给所有对应于第二时隙的背电极加电，以此类推。这样，只要总共使用 28 根驱动(24 根信号线, 4 根公共线)便足以驱动 95 个电极。图 1-6 所显示的各个电极与每个电极与每根信号线之间的对应关系如 1-1 所示。

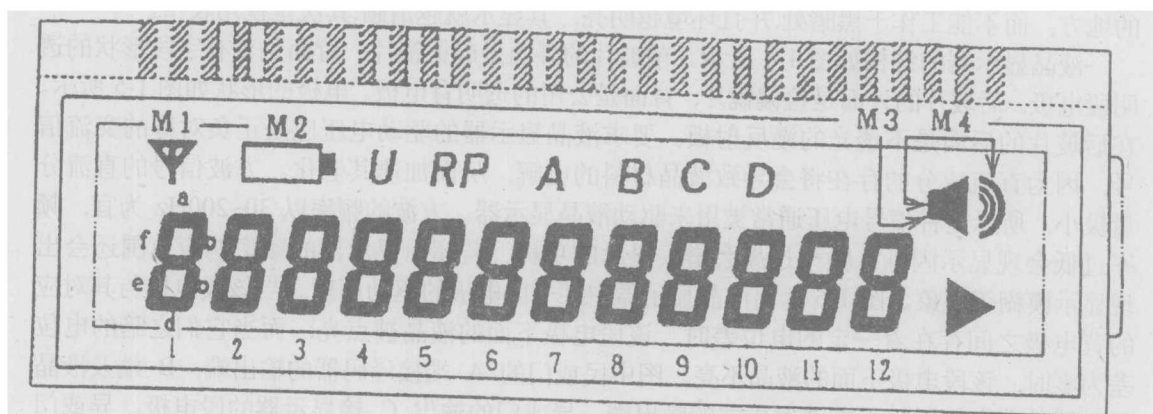


图 1-7 某一数字显示式寻呼机的液晶显示器

表 1-1 液晶显示器上的电极与驱动线之间的关系

| 驱动线  | 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9    | 10   | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16   |
|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|----|----|----|----|----|------|
| 四组电极 | 1a | M1  | 2a  | M2  | 3a  |     | 4a  | U    | 5a   | RP   | 6a | A  | 7a | B  | 8a | C    |
|      | 1f | 1b  | 2f  | 2b  | 3f  | 3b  | 4f  | 4b   | 5f   | 5b   | 6f | 6b | 7f | 7b | 8f | 8b   |
|      | 1e | 1g  | 2e  | 2g  | 3e  | 3g  | 4e  | 4g   | 5e   | 5g   | 6e | 6g | 7e | 7g | 8e | 8g   |
|      | 1d | 1c  | 2d  | 2c  | 3d  | 3c  | 4d  | 4c   | 5d   | 5c   | 6d | 6c | 7d | 7c | 8d | 8c   |
| 17   | 18 | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25   | 26   | 27   | 28 |    |    |    |    |      |
| 9a   | D  | 10a | ▲   | 11a | M3  | M4  | 12a | COM1 |      |      |    |    |    |    |    |      |
| 9f   | 9b | 10f | 10b | 11f | 11b | 12f | 12b |      | COM2 |      |    |    |    |    |    |      |
| 9e   | 9g | 10e | 10g | 11e | 11g | 12e | 12g |      |      | COM3 |    |    |    |    |    |      |
| 9d   | 9c | 10d | 10c | 11d | 11c | 12d | 12c |      |      |      |    |    |    |    |    | COM4 |

由于液晶显示器的驱动线较多并且细小,所以它们通常是附贴在一张塑料纸上。塑料纸的表面涂有一层特殊的粘合胶。当显示器的驱动线要与印刷电路板相连接时,通过在塑料纸的背面进行热压便可使驱动线与电路板相连。需要指出,塑料纸上的粘合胶只供一次使用,当将塑料纸撕开便无法使其重新粘合,所以在一般情况下不能随便将该塑料纸撕开。判断显示器是否损坏的根本办法是通过测量电路板上是否存在驱动信号来进行。当电路板上具有驱动信号而显示器没有显示或缺字少划是,均可断定显示器已经损坏。

### 三、电池电压监测电路

电池电压监测电路实际上是一种电压比较电路,其原理电路如图 1-8 所示。图中,  $R_1$  和  $V_1$  组成稳压电路,为放大器  $A$  提供基准电压;  $R_2$  和  $R_3$  组成分电路,对电池电压进行取样。 $A$  为低噪声,高增益放大器,工作于开环状态。因而具有较高的电压增益。当两个输入端之间存在着微小的电位差时,放大器即能工作于饱和或者截止的状态,假设寻呼机能正常工作的最低电压为  $U_k$ , 放大器 1 端的电位为  $U_1$ , 它与  $U_k$  之间的关系为  $U_1 = K U_k$ 。  $K$  为比例常数,其值小于 1。当  $R_2$  与  $R_3$  之间的分压比也为  $K$ , 即  $R_3 / (R_2 + R_3) = K$  时,则放大器的输出端状态便能反映出电池的电压值是否在寻呼机规定的允许范围之内。当电池的电压值在下限电压  $U_k$  之上时,放大器的 2 端电位高于 1 端电位,放大器工作于饱和状态,输出电压  $U_0$  为高电平(“1”态);当电池的电压值在下限电压  $U_k$  之下时,放大器的 2 端电位低于 1 端电位,放大器工作于截止状态,输出电压  $U_0$  为低电平(“0”态)。放大器  $A$  的输出端与微处理器的输入端口相连。微处理器按照规定的工作程序定时检测放大  $A$  的输出状态,进而判断出电池电压是否在允许的规定值范围之内。当检测到的结果为“0”时,说明电池电压已在规定值之下,微处理器便启动警示装置予以报警,以此提醒机主更换电池。

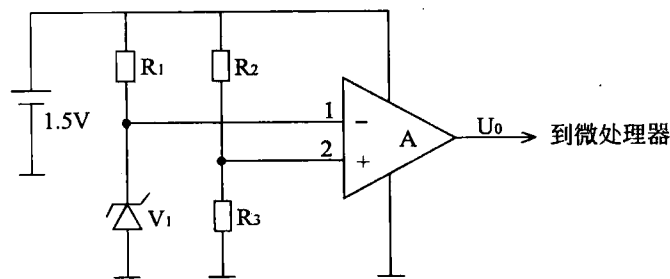


图 1-8 电池电压监测电路原理图

### 四、直流升压电路

前已述及,寻呼机通常是由一节 1.5V 的电压供电。这主要是从寻呼机的体积和重量等方面考虑。然而,寻呼机内部的各个电路或器件对电源电压的要求是否各不相同的。正如上一节所讲的那样,有的要求为 1V,有的要求为 3V 甚至 5V。对于要求为 1V 的直流电压,通过一般的稳压电路便能得到。然而,对于要求为 3V 或 5V 的直流电压又将如何得到呢?对于这些直流电压,通常是靠直流电路来获得。实际上,直流升压电路的工作原理较为简单,它首先是将电池的 1.5V 直流电压变换成为高频振荡电压,通过整流和滤波,然后变换出所需要的直流电压。为了使变换后的直流电压稳定,在升压电路中通常还设置有自动稳定电路。

图 1-9 所示为某一寻呼机内部的 3V 直流升压电路原理图,图中,  $V_1$ 、 $L_1$ 、和  $C_2$  等元件组成变压器互感振荡电路,产生高频正弦振荡信号,其振荡频率由  $L_1$  右边的线圈、 $C_2$

以及 V1 的结电容  $C_{ce}$  共同决定。C1 为交流耦合电容。振荡电路实际是一个换能装置，它将电池的 1.5V 直流电压转换为振幅较大的高频正弦电压。V4 为整流二极管，其作用是将高频正弦电压变换为直流电压。电容 C3 起滤波作用，用于滤除掉整流后的残留高频分量。图中的其余元件，如 V2、V3、V5 等元件组成稳幅电路，用于控制振荡电路的振荡幅度。其控制原理是，由 R2 上所反映出来的 3V 直流电压的变化量加至 V3、V2 放大，然后经 R1 加至 V1 的基极，通过调整其工作点下降，从而使振荡幅度发生变化。例如，当由于某种原因使振荡幅度增大时，R2 上的电压将随着增大，V3 的集电极电位  $U_{c3}$  升高，V2 的集电极电流  $I_{c2}$  减少，振荡管 V1 的工作点下降，从而使振荡幅度变小；当由于某种原因使振荡幅度减少时，情况与上述相反，从而使振荡幅度变大。可见，由 V2、V3、V5 等元件所组成的电路能自动地控制振荡幅度的大小，从而使振荡幅度趋于稳定。由于振荡幅度的大小直接关系到 3V 直流电压的高低，所以稳幅电路实际也就是稳压电路。

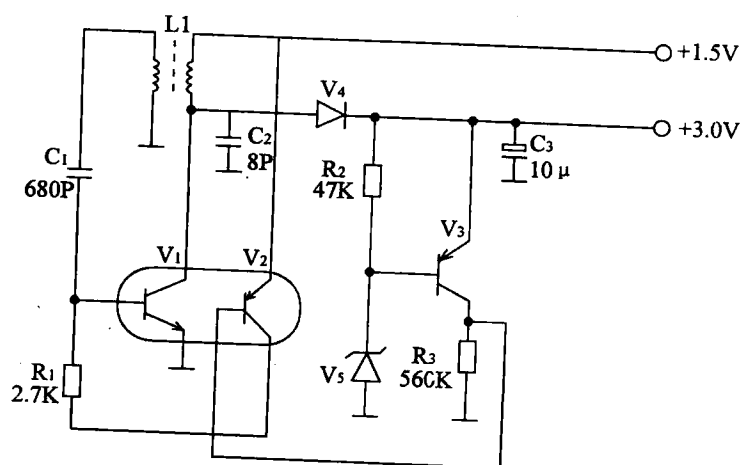


图 1-9 3V 直流升压电路原理图

## 第四节 无线寻呼机改频技术

### 一、常用的变频方式

前已述及，无线寻呼机是一种外差式接收机。射频信号在经过天线回路和射频放大器的选频、放大之后，必须再通过变频电路将其频率变成为中频。其实，外差式接收机也正是通过对射频信号进行降频之后再放大，才使得这种接收机具有较高的接收灵敏度和较强的抗干扰能力。目前，寻呼机中常用的变频率方式主要有以下四种。

#### 1. 一次变频方式

这是一种较为简单的变频方式。顾名思义，这种变频方式在从射频到中频的变频过程中，只经过一次混频，其原理方框图如图 1-10 所示。

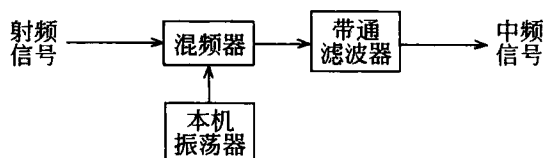


图 1-10 一次变频方式原理方框图

混频器是一种非线性器件。射频信号  $f_s$  来自射频放大器的输出端。本机振荡器产生频率稳定的正弦波信号。称为本振信号  $f_o$ 。由于混频器的非线性作用，当  $f_s$  和  $f_o$  同时加至混频器的输入端时，其输出信号中将包含有高频分量 ( $f_s$ 、 $f_o$  及其谐波和它们的和频)、差频分量 ( $f_s - f_o$ ) 和直流分量。差频分量又称为中频分量。当带通滤波器的通带频率等于中频时，该频率分量将能顺利通过，而高频分量和直流分量则受到极大的衰减，因而在带通滤波器的输出端只有差频分量，这样便实现了从射频到中频的频率变换。应当注意：变频之后的中频信号其调制规律不变，即中频信号仍保持着射频信号原来的调制规律。

从原理上讲，变频时的本振频率既可以高于射频（称为高本振），也可以低于射频（称为低本振），只要是它们的差值等于中频，则混频后的结果便可以得到所需要的中频信号。寻呼机中通常采用低本振的工作方式。实际中，本机振荡器的振荡频率很低，参与混频的本振频率  $f_o$  通常是取振荡频率的 2 次或 3 次谐波频率，并且该谐波频率比射频低一个中频。寻呼机在变频时，就是通过该谐波频率与射频的混频来差出所需要的中频。

变频电路包括混频器、本机振荡器和带通滤波器。对于一次变频方式的大多数寻呼机来说，变频电路通常是由分元件组成，并且中频常为 455KHz。当然，目前有些半导体厂家也已推出一次变频方式的集成电路，这种集成电路内部通常包括有射频放大器、一次变频电路、中放电路和鉴频器等电路，它只需外接少许元件即能完成寻呼机的整个射频接收电路的工作，如 SL6655 便是其中的一例。该集成电路采用 28 引脚的 Qcc-J 封装形式， $V_{cc}=5V$ ， $I_{sup}=I_{mA}$ 。

#### 2. 二次变频方式

这是寻呼机中最常用的变频方式。这种变频方式在从射频到中频过程中，必须经过两次混

频，其原理方框图如图 1-11 所示。

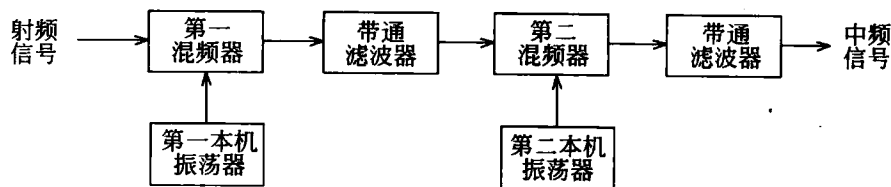


图 1-11 二次变频方式原理方框图

二次变频的过程是，射频信号与第一本振信号的某次谐波在第一混频器中混频，通过带通滤波器取出其差频（称为第一中频）。第一中频信号送往第二混频器，与第二本振信号混频，通过带通滤波器取出其差频（称为第二中频）。对于不同工作频段的寻呼机，第一中频的数值是不同的，但第二中频却统一为 455KHz。就目前较为流行的寻呼机而言，工作频段为 33~37MHz 的寻呼机其第一中频为 14.575MHz；工作频段为 41~45MHz 或 137~174MHz 寻呼机其第一中频为 17.900MHz(或 21.400MHz)；工作频段为 900MHz 的寻呼机其第一中频为 45.000MHz。在两级变频电路中，由于第一级变频率较高，所以该级电路通常由分立元件组成，其带通滤波器为晶体滤波器；第二级电路多数由集成电路组成，其带通滤波器通常为陶瓷滤波器。为了缩小寻呼机的体积，在这些集成电路中，通常还包括有中放电路、鉴频器以及 IV 稳定电路等电路。

二次变频方式之所以能够在大多数寻呼机中得到广泛应用，是因为它能较好地兼顾寻呼机的抗干扰能力与灵敏度的矛盾。在这种变频方式中，由于采用了中频，因而在设计电路时可以对这两个中放大电路提出不同的要求，通常的情况是：第一中放侧重于抗干扰能力，而第二中放则侧重于放大增益。其次，这种变频方式还能较好地抑制镜像干扰。当然，二次变频方式会使寻呼机的结构复杂，对提高整机的频率稳定度也有不利的因素。

## 2. 频率偏置变频方式

这种变频方式的原理方框图如图 1-12 所示。

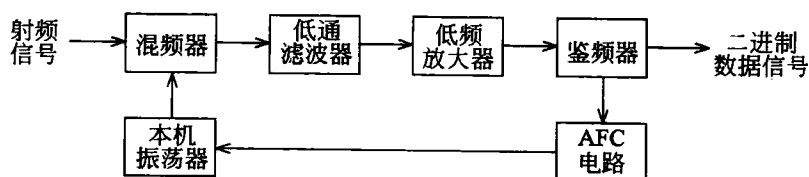


图 1-12 频率偏置变频方式原理方框图

这种变频方式从表面上看类似于一次变频方式，但它的工作，但它的工作原理却完全不同于一变变频方式。在这种变频方式中，本振频率处于射频信号的最大频偏范围之内。根据变频的原理，当射频信号与本振信号同时于混频器时，在混频器的输出信号中将包含有这两种信号的差频。寻呼台发送的射频信号是一种 FSK 调频信号，当信道间隔为 25KHz 时，射频信号的最大频偏为+4.5KHz。其中上频偏（+4.5KHz）代表二进制数据信号的“0”，下频偏（-4.5KHz）代表二进制数据信号的“1”。因此，混频后的差频信号中将同时包含有本振频率与上频偏和本振频率与下频偏这两个差频。当本振频率与载频相差是最大频偏的一半时，这两个差频的差值便刚好等于最大频偏的绝对值。如图 1-13 所示。